

Epilithic fungi in a river: ecological determinants of the community structure

著者	三浦 彩
号	12
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	生博第301号
URL	http://hdl.handle.net/10097/60339

	みうら あや
氏 名（本 籍 地）	三 浦 彩
学 位 の 種 類	博士（生命科学）
学 位 記 番 号	生博第301号
学位授与年月日	平成27年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研 究 科， 専 攻	東北大学大学院生命科学研究科 （博士課程）生態システム生命科学専攻
論 文 題 目	Epilithic fungi in a river: ecological determinants of the community structure（河川における石上付着性菌類： 群集構造とその決定機構）
博士論文審査委員	（主査） 教 授 占部 城太郎 教 授 中 静 透 准教授 鹿野 秀一

論文内容の要旨

菌類は、分解やエネルギー転移などの生態系の物質循環過程で重要な役割を果たしているが、菌成長に必要な有機物の種類は系統間で異なる。このため、供給される有機物の種類によって多様な菌類群集が形成される。河川環境では落葉や枯死木などの基質上でそれぞれ異なる菌類群集が発見されており、河川環境でも菌類群集の構造や多様性は、基質となる有機物の種類や量に依存しているものと考えられる。また菌類は、供給される落葉や枯死木といった有機基質上だけではなく、河床の石や礫のような無機基質の表面にも生息している。これらの菌類は有機基質に付着する菌類とは異なり、基質から直接的にエネルギーや栄養塩を得ることができない。このため、石上の付着性菌類群集の種組成は有機基質上のものより、河川に溶存する栄養塩の供給量や有機物の種数に強く影響を受けていると推測される。しかし、河川での石上付着性菌類の時空間的な群集構造の変化とその決定機構に着目した研究は少なく、知見は極めて乏しい。そこで本研究は、河川に生息している真菌類と偽菌類の5門（子のう菌門、担子菌門、ツボカビ門、接合菌門、卵菌門）を対象に、宮城県仙台市を集水域とする名取川において、石上付着性菌類の時空間的な群集構造の変化とその決定機構を明らかにするために行った。研究にあたっては、菌類をPCR-DGGE法によって把握し、電気泳動により分離したバンドを1本につき1種と定義して群集の解析を行った。

まず第2章では、河川上流域から河口までの石上付着性菌類の群集構造の変化を調べた。河川に流入する有機物の量や種類は集水域の植生や土地利用に依存し、下流ほど集水域に含まれる植生や土地利用は多様になる。また河川の水質は周辺の植生や土地利用に応じて大きく変化する。そこで本章では、石上付着性菌類群集の種の豊富さは、上流域から下流域に至る河川勾配に沿って増加するという仮説を立てた。この仮説を検証するために、秋と春の両時期に名取川の石上付着性菌類群集の種組成を調査した。その結果、石上付着性菌類群集の種数の多さは、葉や木材などの有機基質のものよりも多いことがわかった。このように石上にも多くの菌類種が定着していることは、菌類が直接または石上の他の生物群を介して、河川に溶存している有機物や栄養塩を利用していることを示している。また、種の多さは秋に下流域に向かって有意に増加することもわかった。この結果は仮説を支持するものである。しかし、菌類の種の多さは河川に溶存する有機物や栄養塩の量とは有意に相関していなかった。従って、菌類の群集構造は有機物の供給量よりも種類の多さに強く影響されていると考えられた。また、同じ河川の流程でも石間で種数はばらついたが、そのばらつきは下流に向かって減少していた。これらの局所での種数のばらつきは、下流に向かうほど河川的环境変化が小さくなることを示唆している。しかし、群集組成におけるこれらの空間的变化は春には確認されなかった。これは、水温の低さにより菌類の繁殖・成長などの活性が低下したためであろう。菌類の種組成を比較したところ、秋、春ともに上流域から下流域の間で入れ子構造は確認できなかった。これは、有機物の種類が下流に向かって累加的に増加するのではなく、河川の勾配に沿って置き換わることを示唆している。以上のよう本章の結果から、石上付着性菌類群集の種の多さや組成は、水温や栄養塩のみならず、溶存している有機物の量や組成に依存し、河川勾配に沿って変化することが明らかになった。

第3章では、石上付着性菌類の群集構造に主要に及ぼす要因をさらに明らかにするため、集水域の土地利用・被覆と石上付着性菌類の種組成との関係を調べた。その結果、名取川の石上菌類群集の種組成の流程間での違いは、集水域内の土地利用や被覆の差と密接に関係していることがわかった。菌類群集は支流域では

集水域に占める針葉樹の相対的な面積と有意に関係し、上流域では広葉樹の相対面積と有意に関係していた。また、菌類群集の種組成は水田の面積とも相関していた。これらの結果は、針葉樹、広葉樹、および農地に由来する溶存態有機物の組成が互いに異なることを示唆している。また有機物だけではなく、栄養塩の供給量や石上のクロロフィル a 量も菌類の群集構造と相関があり、特に一次生産者の存在は河川の石上付着性菌類群集の種組成を変化させることが示唆された。これら有意な相関が確認された環境要因について、土地利用や被覆に関連した集水域変数と、水中の有機物量や水温といった河川環境変数に 2 分し、それぞれが石上付着性菌類群集の種組成に与える影響の大きさを評価した。その結果、秋の菌類群集の空間的な種組成の変化のうち両変数により秋の場合は 36% を、春の場合は 41% を説明することができた。集水域変数と河川環境変数は、それぞれ単独でも菌類の種組成の変化の 18% 程度を説明できたが、相乗的には 6% 程度しか説明できなかった。このことから、集水域変数と河川環境変数は、菌類群集にそれぞれ独立して影響を与えていることが示唆された。本章の結果から、河川の石上付着性菌類の群集構造は、河川の水質や溶存有機物量だけでなく、多様な有機物を供給する集水域の土地利用や被覆にも支配されていることが明らかとなった。

第 4 章では、石上の付着藻類の成長・繁殖と菌類の群集構造との関係を調べた。前章において、菌類の種組成は陸上から供給される有機物（他生性有機物）だけでなく、藻類の存在にも影響されていることが示唆された。このことは、菌類群集の種組成が河川内の自生性有機物にも影響を受けていることを意味している。そこで本章では、光条件を操作した野外実験により、自生性有機物の石上付着性菌類群集への影響を調べた。もし、菌類によって自生性と他生性有機物への選好性が異なるとすれば、河川の石上付着性菌類群集は、明条件と暗条件で大きく異なるはずである。そこで、透明・不透明な塩化ビニル管を用いて明条件および暗条件を設定し、その内部に素焼きタイルを固定して、名取川の上流と中流および下流の 3 カ所において 8 月から 1 ヶ月間の浸水培養実験を行った。さらに、群集の時間的な変化を調べるために、上流のサイトでは同様の装置を用いて 11 月まで実験を継続した。その結果、明条件下で培養したタイル上では、暗条件のものに比べて有意にクロロフィル a が増加し、菌類の種数は増加した。この結果はいずれの地点でも共通しており、一次生産者は多様な菌類種の定着や成長を促進することがわかった。タイル上に蓄積した粒子状の有機態炭素と有機態窒素の量には光条件の違いによる差はなかったが、有機態リン量は明条件下で増加した。これは、明条件では藻類がリンを水中から効率的に取り込んでいたことを示している。また、菌類群集の種組成は光条件の違いにより入れ子状ではなく有意に置き換わっていた。このことは、自生性有機物を好む菌種と他生性有機物を好む菌種の間には拮抗的な関係があることを示している。本章の結果から、明条件下での一次生産者の存在は石上付着性菌類の群集構造の変化に強く影響すること、また、異なる有機物を選好する菌類種間には拮抗的な関係があることが示された。

以上のように本研究から、石上付着性菌類の群集構造は上流域から河口域に向かって大きく変化すること、その変化は集水域の土地利用や被覆、河川内の一次生産者を起源とする多様な有機物の変化を反映するものであることがわかった。本研究では、分子生物学的手法により石上付着性菌類群集の種組成について調べたが、生物量は扱わなかった。種組成のみならず菌類各種の生物量が把握できるようになれば、河川生態系における石上付着性菌類群集の機能的役割を明らかにすることが可能になるだろう。

論文審査結果の要旨

菌類は有機物の分解やエネルギー転移などを通じて生態系の物質循環過程に重要な役割を果たしている。しかし、菌成長に必要な有機物の種類は系統間で異なるため、陸上生態系では基質となる有機物の種類によって多様な菌類群集が形成されている。菌類は陸上だけでなく河川にもみられ、河川環境では落葉や枯死木といった有機基質上だけではなく、河床の石や礫のような無機基質の表面にも生息している。石上付着性の菌類は有機基質に付着する菌類とは異なり、基質から直接的にエネルギーや栄養塩を得ることができないため、河川水に溶存する栄養塩や有機物の量や種類に強く影響を受けると推測される。しかし、河川での石上付着性菌類の時空間的な群集構造の変化とその決定機構を調べた研究は無く、河川の菌類群集に関する知見は極めて乏しかった。そこで本研究は、石上付着性菌類の時空間的な群集構造の変化とその要因を明らかにするため、河川に生息している真菌類と偽菌類の5門(子のう菌門、担子菌門、ツボカビ門、接合菌門、卵菌門)を対象に、宮城県仙台市を集水域とする名取川において野外調査と現場実験を行った。研究にあたっては、菌類をPCR-DGGE法によって把握し、電気泳動により分離したバンドを1本につき1種と定義して群集を解析した。

まず、河川上流域から河口までの石上付着性菌類の群集構造を詳細に調べ、種の豊富さは秋に下流域に向かって有意に増加すること、その群集構造は上流と下流との間で入れ子構造にはなっておらず、多くの構成種が入れ替わることを示した。これらの結果は、河川周辺の植生や土地利用に応じた水質や有機物の変化にともなって石上付着性菌類の群集構造が空間的に変化することを示唆している。そこでこの可能性を検証するため、菌類の種組成と、河川に溶存する有機物や栄養塩の量、および土地利用や被覆との関係を調べた。その結果、名取川の石上菌類群集の種組成の流程間での違いは土地利用や被覆と密接に関係していることを示した。すなわち、河川の石上付着性菌類の群集構造は、河川の水質や溶存有機物量だけでなく、集水域の土地利用や被覆の変化によって供給される多様な有機物にも支配されていることを示した。さらに石上の付着藻類の成長・繁殖と菌類の群集構造との関係を野外での操作実験により調べたところ、藻類は多様な菌類の定着や成長を促進するだけでなく、菌類の群集構造を変化させることを明らかにした。

これら一連の研究は、河川における石上付着性菌類群集の時空間動態を初めて明らかにしたものであり、これまで殆ど知見のなかった石上付着性菌類群集の動態や生物間相互作用を解明する契機となる研究として評価出来る。特に、河川の石上付着性菌類群集が河川に溶存する栄養塩や有機物量だけでなく、土地利用や被覆の変化に応じた供給有機物の多様さにも依存していることを示した成果は説得力があり新規性がある。これらの成果は、自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。したがって、三浦彩提出の論文は博士(生命科学)の博士論文として合格と認める。